

PROGRAMACIÓN LINEAL

CASO: "AOUN MUEBLES"



**AOUN
MUEBLES**

Argañaraz Franco 40.436.516
Caldez Valdez Andrea 40.697.304
Cortez Macarena Solange 43.651.718
González Lourdes María 40.274.475
Made Walter Aoun 38.064.730
Salas Gaspar Lía Carla Noemí 39.930.773



ÍNDICE

RESUMEN	3
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. DEFINICIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA:	4
1.2. OBJETIVO GENERAL:	4
1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	4
1.4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN:	4
2. MARCO TEÓRICO	5
3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	6
4. RECOLECCIÓN DE DATOS	6
5. DESARROLLO DEL PROBLEMA	8
6. SOLUCIÓN DEL PROBLEMA	11
7. CONCLUSIONES FINALES	14
8. BIBLIOGRAFÍA	15



PROGRAMACIÓN LINEAL APLICADA A UNA MUEBLERÍA ESTUDIO DE CASO: “AOUN MUEBLES”

lourdessi.mg@gmail.com macarenacortez00@gmail.com madeaoun@gmail.com
francoargn@gmail.com andrecaldevaldez@gmail.com
salaslia20@gmail.com

Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Tucumán

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se centra en desarrollar un modelo de programación lineal en la empresa Aoun Muebles, con la finalidad de determinar el plan de producción que establezca la combinación óptima de mesas y sillas a producir mensualmente para maximizar los beneficios de la empresa, teniendo en cuenta las restricciones que se dan por la escasez de los recursos.

Este trabajo se llevará a cabo mediante un estudio de caso en el que se utilizan los procesos de la investigación cuantitativa, se fundamenta en un diseño de investigación no experimental, transeccional de alcance descriptivo. Los datos se recolectaron mediante una entrevista en profundidad al dueño de la mueblería y mediante una encuesta a clientes para estimar la demanda

Para realizar el trabajo se hará uso del complemento Solver del programa Excel. Los resultados e informes elaborados en base a la información recabada serán expuestos al dueño de la compañía a modo de enriquecer el análisis para una pronta solución al problema analizado y ayudar así a una toma de decisiones eficiente.

Palabras Clave: Programación lineal - Mezcla óptima - Producción - Mueblería

1. INTRODUCCIÓN

Se ha demostrado el gran apoyo que tienen los métodos cuantitativos en las decisiones gerenciales, ya que permiten a través de varias herramientas, tomar decisiones fundamentales para una empresa. La programación lineal es uno de ellos, definido como una técnica de modelado matemático que ayuda a tomar decisiones para la asignación de recursos, en la que todos los problemas buscan maximizar o minimizar una cantidad, generalmente la utilidad o el costo, sujeta a recursos limitados, que son las restricciones, hay cursos alternativos de acción y las relaciones matemáticas se expresan en términos de ecuaciones o inecuaciones lineales.

Cabe destacar que dicha herramienta permite que muchas de las dificultades en el estudio de la administración pueden plantearse como problemas de programación lineal y resolverse mediante programas de cómputo, ya que en la



vida real son demasiado engorrosos como para resolverse manualmente o con una calculadora

De aquí su gran utilidad para la aplicación y análisis de la situación actual de la empresa Aoun muebles.

1.1. DEFINICIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA:

Actualmente la empresa “Aoun Muebles” está considerando la opción de destinar su maquinaria a la producción en masa de dos tipos de productos: sillas y mesas, que, de acuerdo a su propietario, son los que mayor demanda tienen en el mercado, aprovechando el mega emprendimiento del barrio Lomas de Tafí, el cual se encuentra en las cercanías de Aoun Muebles. Y dado que carecen de un plan de producción, nos solicita analizar cuál sería la combinación óptima de estos bienes a producir mensualmente para maximizar sus beneficios.

1.2. OBJETIVO GENERAL

Proponer un modelo de programación lineal que le permita a Aoun Muebles establecer un plan de producción con una combinación óptima de bienes para maximizar sus beneficios, dadas sus limitaciones.

1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- A. Evaluar modelos de programación matemática que contribuya a Aoun Muebles a decidir qué cantidad de mesas y sillas debe producir mensualmente.
- B. Determinar los requerimientos de materiales y de tiempo para la elaboración de las mesas y las sillas de la mueblería.
- C. Determinar el margen de contribución de cada mesa y de cada silla elaborada por la mueblería.

1.4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN:

- A. ¿Qué modelos de programación matemática pueden ayudar a Aoun Muebles a determinar el plan óptimo de producción?
- B. ¿Cuánto material se requiere para la elaboración de una mesa y de una silla? ¿Cuál es el tiempo requerido para ello?
- C. ¿Cuál es el margen de contribución de cada mesa y de cada silla que elabora la mueblería?



2. MARCO TEÓRICO

La programación lineal es una técnica de modelado matemático ampliamente utilizada, diseñada para ayudar a los gerentes a planear y a tomar decisiones respecto a la asignación de recursos. En el mundo de la ciencia de la administración, programar se refiere a modelar y resolver matemáticamente un problema. (Render, B., Stair R., Hanna M. 2012)

Los problemas de programación lineal tienen propiedades y suposiciones comunes:

1. **Función objetivo:** se busca maximizar o minimizar alguna cantidad, por lo general la utilidad o el costo.
2. **Restricciones:** son las limitaciones que acotan el grado en que se puede alcanzar el objetivo planteado.
3. **Cursos de acción** alternativos para elegir
4. **Los objetivos y las restricciones** se expresan en términos de ecuaciones o desigualdades **lineales**. El término lineal implica tanto proporcionalidad como adición.
5. Prevalecen los siguientes **supuestos**:
 - **Certeza:** implica que se conocen con certeza el número en el objetivo y en las restricciones.
 - **Divisibilidad:** las soluciones no necesitan ser números enteros.
 - **No negatividad:** las variables de decisión no pueden tomar valores negativos.

Actualmente los modelos de programación lineal se utilizan en incontables y diversas situaciones problemáticas como, por ejemplo: aplicaciones en marketing, en la manufactura, en las finanzas, en el transporte, en la planeación de trabajo, en situaciones de mezcla de productos, problemas de dieta, etc.

La formulación de un problema de PL tiene una serie de pasos:

1. Entender el problema administrativo al que nos enfrentamos.
2. Identificar el objetivo y las restricciones.
3. Definir las variables de decisión.
4. Utilizar las variables de decisión para expresar matemáticamente la función objetivo y las restricciones

Además de la programación lineal continua, en este trabajo también se utilizará la programación lineal entera para tratar de encontrar el modelo que contribuya a la solución del problema.

La programación lineal entera es una extensión de la programación lineal que se utiliza para resolver problemas que requieren soluciones enteras. Por lo tanto, el supuesto de divisibilidad desaparece en este caso. Existen tres tipos de problemas de programación entera:

- a- Problemas de programación entera pura: todas las variables de decisión deben tomar valores enteros.
- b- Problemas de programación entera mixta: algunas variables de decisión deben tomar valores enteros.
- c- Problemas de programación entera cero-uno: todas las variables de decisión



deben tener valores de solución enteros de 0 o 1. (Render, B., Stair R., Hanna M. 2012)

También es importante destacar el concepto de **análisis de sensibilidad**, que se utiliza para responder a preguntas del tipo ¿qué pasaría sí? y prueba que tan sensible es la solución óptima ante cambios en los coeficientes objetivo, coeficientes tecnológicos y los recursos del lado derecho de las restricciones.

3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1. ENFOQUE Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

El estudio realizado en la carpintería Aoun Muebles es un estudio de caso, en el que se utilizan los procesos de investigación cuantitativa, para responder al planteamiento del problema, se fundamenta en un diseño de investigación no experimental, ya que se trata de un estudio que se realizó sin la manipulación de variables y se pudo observar el fenómeno en su ambiente natural para analizarlo, y dentro de los estudios no experimentales se trata de un estudio transeccional de alcance descriptivo, ya que se recopiló datos en un solo momento con la finalidad de describir la naturaleza del problema presentado por la mueblería, para lograr un correcto diagnóstico de la situación de la misma y hacer una propuesta para solucionar el problema.

4. RECOLECCIÓN DE DATOS

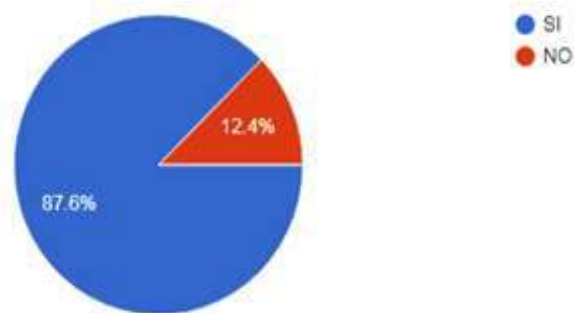
Para recabar los datos necesarios se llevó a cabo una entrevista al dueño de la compañía como así también una encuesta vía Google Forms (encuestados de una totalidad de 89 individuos) para analizar y estimar la demanda de los productos, en la cual resaltamos los siguientes aspectos:

- El 87,6% está interesado en comprar muebles, y el 12,4% restante muestra un desinterés al respecto.
- Se observa que unas mayores demandas de productos recaen en sillas con el 51,6% y el 36,8% en mesa y escritorio
- Se destaca también que el 40,9% valora el precio a la hora de comprar un mueble y el 36,4% la calidad del mismo, siendo aspectos fundamentales a tener en cuenta a la hora de la producción y finalización de los productos.
- Los encuestados prefieren comprar muebles personalmente en un comercio (70,1%) con respecto a realizar la misma vía páginas en internet 26,4%.



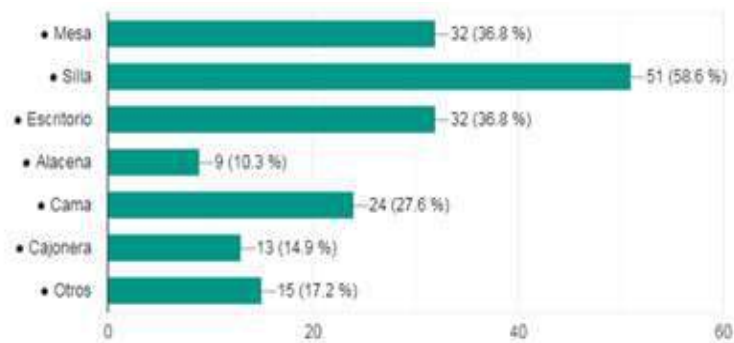
A continuación, se presentan los gráficos más relevantes recabados en el cuestionario:

Grafico 1: Actualmente ¿Está interesado en comprar muebles para su hogar? (89 respuestas)



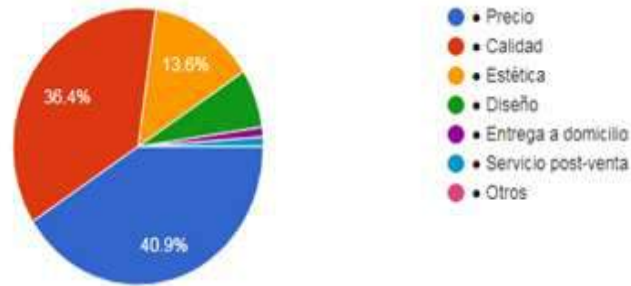
Fuente: elaboración propia

Grafico 2: ¿Qué muebles necesita actualmente? (87 respuestas)



Fuente: elaboración propia

Grafico 3: ¿Qué valora más a la hora de comprar un mueble? (88 respuestas)



Fuente: elaboración propia

5. DESARROLLO DEL PROBLEMA

Para el desarrollo del trabajo como primer paso se realizó el análisis de la situación administrativa de la mueblería y se evaluó la posibilidad de representar la misma con un modelo, así también la recolección de datos que permitirán encontrar una solución.

Identificamos que el problema central a resolver es hallar una mezcla óptima de productos que en este caso en particular son sillas y mesas a producir en el mes, que permitan maximizar la contribución marginal de la empresa.

Para recabar los datos necesarios para la confección del modelo, realizamos una entrevista al dueño de la mueblería, quién nos brindó la información que se detalla a continuación:



Tabla 1: Horas de mano de obra y materia prima por producto, calculo de la contribucion marginal

Articulo	Horas hombre/unidad	Materia prima/pies	Precio	Costo variable unitario	Contribución marginal
Sillas	2,5	9	\$3.000,00	\$2.052	\$948
Mesas	8	40	\$12.000,00	\$8.314	\$3.686

Fuente: elaboracion propia

Tabla 2: Consumo unitario por producto en cada etapa del proceso de produccion

	% dedicado en cada etapa de produccion	Sillas	Mesas
Preparado (HH)	50%	1,25	4
Ensamble (HH)	30%	0,75	2,4
Acabado (HH)	20%	0,5	1,6
Madera (pies)		9	40

NOTA: % de dedicacion en base a la experiencia

Fuente: elaboracion propia

Tabla 4: Costos unitarios por producto

	Costos	Silla	Mesa
Horas de MO	\$216	\$540	\$1.728
Pie de madera	130	\$1.170	\$5.200
CIF variable	20%	\$342	\$1.385,60
TOTAL		\$2.052	\$8.313,60

Fuente: elaboracion propia



Tabla 3: Costos indirectos de fabricación

CIF	
Clavos	\$700,00
Lijas	\$1.500,00
Pegamento	\$1.500,00
Energia electrica	\$5.000,00
Mantenimiento de maquinaria	\$2.500,00
Traslado	\$4.000,00
TOTAL	\$15.200,00
% CIF	20%

NOTA: CIF expresado como un % del costo total de MO: $\$15.200/\$76.032 (\$216*352)=20\%$

Fuente: elaboracion propia

Y como consideraciones de limitación a tener en cuenta para el desarrollo del modelo tenemos la siguiente información

Tabla 5 : Horas mensuales disponibles en cada departamento

	Horas mensuales disponibles
Preparado	176
Ensamble	105,6
Acabado	70,4

Fuente: elaboracion propia

Tabla 6: Recursos mensuales disponibles

Madera (pies)	2000
Presupuesto	\$100.000
N° de empleados	2
Horas hombre disponibles	352

Fuente: elaboracion propia



6. SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

6.1. Variables de decisión

En base a los datos recolectados, se procede a modelizar la situación utilizando la herramienta “programación lineal”, con el complemento Solver del programa Excel.

Para iniciar con la modelización, se definieron las siguientes variables de decisión:

- X1: cantidad de sillas a producir mensualmente
- X2: cantidad de mesas a producir mensualmente

6.2. Función Objetivo

La función objetivo estará definida por la contribución marginal total:

$$\text{F.O. Max. CMg. Total} = 948 X1 + 3686 X2$$

6.3. Restricciones

Como bien sabemos, las restricciones en la programación lineal estarán dadas por los recursos limitados que presenta la empresa, los cuales serán definidos por horas hombre en las diferentes etapas de producción y cantidad de madera disponible, es decir restricciones de capacidad.

Las primeras tres restricciones indican la cantidad de horas máxima disponible por mes en cada etapa de producción, teniendo en cuenta el consumo de horas que implica realizar cada producto. De esta forma se tiene que:

Etapas. Preparado:

$$\mathbf{R1)} 1,25 X1 + 4 X2 \leq 176$$

Etapas Ensamblado:

$$\mathbf{R2)} 0,75 X1 + 2,4 X2 \leq 105,6$$

Etapas Acabado:

$$\mathbf{R3)} 0,5 X1 + 1,6 X2 \leq 70,4$$

La siguiente restricción hace referencia a la cantidad de madera en pies disponible para su uso, teniendo en cuenta el consumo que cada producto hace de madera.



R4) $9 X_1 + 40 X_2 \leq 2000$

Además, como restricción por política de la empresa, se debe producir más cantidad de sillas que de mesas, donde por cada mesa producida se deben producir seis sillas, para validar esta restricción cuantitativamente determinamos que se debe cumplir con las siguientes proporciones: 86% del total de productos producidos deberán ser sillas, mientras que el resto serán mesas. Por lo que definimos la siguiente restricción:

R5) $X_1 \geq 0,86*(X_1 + X_2)$

Y, por último, se planteó una restricción presupuestaria la cual plantea que el presupuesto mensual para la producción de mesas y sillas no debe superar los \$100.000, de modo que:

R6) $882 X_1 + 3114 X_2 \leq 100000$

Para determinar la demanda se utilizaron los datos recabados en el cuestionario de Google Forms, debido a que el propietario de Aoun Muebles no contaba con información certera y registrada de la misma. Este cuestionario fue aplicado estratégicamente en el barrio Lomas de Tafí, ya que el mismo se encuentra en las cercanías de la empresa y sería el principal destinatario de sus productos. Del mismo pudo plantearse entonces las restricciones de demanda tanto de sillas como de mesas que servirían para el modelo, de modo que:

R7) $X_1 \geq 306$

R8) $X_2 \geq 32$

6.4. Solución con Variables de Decisión Continuas

Una vez cargados todos los datos y realizado el modelo, se procede a buscar la solución con la herramienta Solver en Excel, de modo que los resultados son los siguientes:



	SILLAS	MESAS				
VD	72,00	11,72				
CO	\$ 948	\$ 3.686	\$ 111.466			HOLGURA
PREPARADO	1,25	4	136,89 <=	176,00		39,11
ENSAMBLE	0,75	2,4	82,13 <=	105,60		23,47
ACABADO	0,5	1,6	54,75 <=	70,40		15,65
MADERA	9	40	1116,86 <=	2000		883,14
PRESUPUESTO	882	3114	100000 <=	100000		0,00
POLITICA DE LA EI	0,14	-0,86	0 >=	0		0,00
DEMANDA S	1		72 <=	306		234,00
DEMANDA M		1	12 <=	32		20,28
NO NEGATIVIDAD						

Fuente: elaboración propia.

Fabricando 72,00 sillas y 11,72 mesas, se maximizará la contribución marginal con un valor final de \$111.466

Celda objetivo (Máx)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$E\$3 CO		\$ 111.466	\$ 111.466

Celdas de variables

Celda	Nombre	Final Valor	Reducido Coste	Objetivo Coeficiente	Permisible Aumentar	Permisible Reducir	Rangos de Optimalidad	
\$C\$2	VD SILLAS	72	0	948	96,25	1548,11	-600,11	1044,25
\$D\$2	VD MESAS	11,72	0	3686,4	1E+30	339,8	3346,6	1E+30

Restricciones

Celda	Nombre	Final Valor	Sombra Precio	Restricción Lado derecho	Permisible Aumentar	Permisible Reducir	Rangos de Factibilidad	
\$E\$10	DEMANDA S	72	0	306	1E+30	233,99	72,01	1E+30
\$E\$11	DEMANDA M	11,72	0	32	1E+30	20,27	11,73	1E+30
\$E\$4	PREPARADO	136,88	0	176	1E+30	39,11	136,89	1E+30
\$E\$5	ENSAMBLE	82,13	0	105,6	1E+30	23,46	82,14	1E+30
\$E\$6	ACABADO	54,75	0	70,4	1E+30	15,64	54,76	1E+30
\$E\$7	MADERA	1116,85	0	2000	1E+30	883,14	1116,86	1E+30
\$E\$8	PRESUPUESTO	100000	1,11	100000	28574,08	100000	0	128574,08
\$E\$9	POLITICA DE LA	1,7764E-15	-250,92	0	15,87	27,46	-27,46	15,87

El presente informe de sensibilidad nos permite interpretar información que resultaría oportuna para la toma de decisiones. De modo que de él podemos obtener los rangos de optimalidad, es decir, aquellos en los que se puede aumentar o disminuir los coeficientes objetivos sin que cambie el conjunto solución.



Como así también nos permite interpretar los rangos de factibilidad para los cuales nos indica en cuánto cambiaría la utilidad al agregar una unidad adicional de un recurso escaso. Como se observa, para este caso particular únicamente en una restricción se podría hacer dichas modificaciones por tratarse de un recurso de cuello de botella mientras que las demás se tratan de restricciones no precisas o no obligatorias.

Sin embargo, al tratarse de cantidades de productos que no podrían tomar valores continuos en la realidad, y para una mejor interpretación de los datos, también se planteó el problema con variables de decisión enteras.

6.5. Solución con Variables de Decisión Enteras

Los resultados obtenidos con la programación lineal entera fueron los siguientes:

	SILLAS	MESAS				
VD	74	11				
CO	\$ 948	\$ 3.686	\$ 110.702			HOLGURA
PREPARADO	1,25	4	136,50 <=	176	39,50	
ENSAMBLE	0,75	2,4	81,90 <=	105,6	23,70	
ACABADO	0,5	1,6	54,60 <=	70,4	15,80	
MADERA	9	40	1106,00 <=	2000	894,00	
PRESUPUEST	882	3114	99517,60 <=	100000	482,40	
POLITICA DE	0,14	-0,86	0,90 >=	0,00	-0,90	
DEMANDA S	1		74,00 <=	306	232,00	
DEMANDA M		1	11,00 <=	32	21,00	
NO NEGATIVIDAD						

Fuente: elaboración propia.

Los cuales nos permiten llegar a las siguientes conclusiones: fabricando 74 sillas y 11 mesas se maximizan las contribuciones marginales con un valor final de \$110.702 de modo que simultáneamente se cumplen con todas las restricciones planteadas en el problema.

7. CONCLUSIONES FINALES

A partir de los resultados obtenidos y analizados al largo de este trabajo de investigación, se logró determinar el plan de producción óptimo para maximizar beneficios, dado por la producción de 74 sillas y 11 mesas.

Sin embargo, el análisis de sensibilidad nos permite observar detalles que pueden ser planteados al dueño como mejoras a realizar. Teniendo en cuenta que no se están satisfaciendo las demandas de sillas y mesas por los recursos con los que cuenta actualmente la empresa, se recomienda evaluar el presupuesto con el fin de aumentarlo dentro de su respectivo rango de



factibilidad, analizando tasas de rentabilidades y costos para una financiación externa. De este modo, no sólo se logrará tener más ganancias, sino que se logrará también estar más cerca de atender a la demanda. Además, podría analizarse aumentar las horas de mano de obra en simultáneo con el aumento del presupuesto para que éste no resultase un cuello de botella. Así se concluye que este es un proyecto rentable a realizar siempre que se tenga en cuenta las sugerencias que se plantean a partir del modelo de programación lineal. Esperamos que toda la información proporcionada sea de gran utilidad al dueño de la empresa.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Eppen, G. (2000). *Investigación de operaciones en las ciencias administrativas*. México DF, México. Prentice Hall.
- Render, B. (2012). *Métodos cuantitativos para los negocios*. México DF, México. Pearson.
- Hernández, R., (2014). *Metodología de la Investigación 6ta° edición*, México D.F, México: McGRAW-HILL / Interamericana editores, S.A.